

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для выполнения лабораторных и практических работ по курсу
«Проектирование механосборочных цехов»
для студентов специальности **1-36 01 01**
дневной и заочной форм обучения

УДК 621.9.02

В методических указаниях приведены работы по определению количества основного технологического оборудования для различных типов производства и по рациональному размещению производственных участков, отделений и служб цеха. Методические указания предназначены для выполнения лабораторных и практических работ по дисциплине «Проектирование механосборочных цехов» студентами дневной и заочной форм обучения по специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения».

Составители: Акулич А.П., доцент, к.т.н.
Акулич Л.И., старший преподаватель

Рецензент: ведущий технолог ОАО «Брестсельмаш» Меркушевич Г.И.

РАБОТА № 1

РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ОСНОВНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

1.1 Цель работы

Приобретение практических навыков по определению количества основного технологического оборудования для различных типов производств.

1.2 Основные положения

Количество основного технологического оборудования определяется по следующим исходным данным:

- технологическому процессу механической обработки детали;
- производственной программе или объему выпуска деталей в год;
- режиму работы производства;
- станкоемкости изготовления детали по операциям механической обработки;
- действительному фонду времени работы оборудования.

1.3 Методические указания

Тип производства определяется по ГОСТ 3.1119 коэффициентом закрепления операции $K_{з.о}$

$$K_{з.о} = \frac{\sum O_i}{\sum P_i}, \quad (1.1)$$

где O_i - число различных операций, закрепленных за рабочим местом;

P_i - число рабочих мест;

no - число операций в технологическом процессе.

Если $K_{з.о}=1$, то производство массовое, $1 < K_{з.о} < 10$ - крупносерийное, $10 < K_{з.о} < 20$ - среднесерийное, $20 < K_{з.о} < 40$ - мелкосерийное. В единичном производстве коэффициент закрепления операций не регламентируется.

Число операций O_i , закрепленных за одним рабочим местом,

$$O_i = K_{з.н.} / K_{з.ф.и}, \quad (1.2)$$

где $K_{з.н.}$, $K_{з.ф.и}$ - коэффициенты загрузки оборудования, соответственно, нормативный и фактический на i -ом рабочем месте.

Фактический коэффициент загрузки оборудования $K_{з.ф.и}$ на i -ой операции

$$K_{з.ф.и} = C_{рi} / C_{спi}, \quad (1.3)$$

где $C_{рi}$ - расчетное число рабочих мест (число станков), необходимых для выполнения i -ой операции;

$C_{спi}$ - принятое расчетное число рабочих мест. Расчетное число рабочих мест округляют до ближайшего целого числа, получая при этом принятое расчетное число рабочих мест $C_{спi} = P_i$.

Расчетное число рабочих мест (число станков) $C_{рi}$, шт., необходимых для выполнения i -ой операции

$$C_{рi} = \frac{T_{штi} (T_{штi} - \tau)}{\tau}, \quad (1.4)$$

где $T_{штi}$, $T_{шт-кi}$ - соответственно, штучное или штучно-калькуляционное время (станкоемкость) выполнения i -ой операции;

τ - такт выпуска, мин./шт.

$$\tau = 60 \cdot \Phi_{д} / N_i, \quad (1.5)$$

$\Phi_{д}$ - действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч (см. таблицу 1.1);

N_i - объем выпуска изделий i -го наименования в год. шт.

Таблица 1.1 – Действительные фонды времени работы оборудования

Оборудование	Режим работы					
	односменный		двухсменный		трехсменный	
	Потери времени, %	Ф _д , ч	Потери времени, %	Ф _д , ч	Потери времени, %	Ф _д , ч
1. Металлорежущие станки массой до 10 т и до 30 РЕ	2	2030	3	4015	4	5960
2. Металлорежущие станки массой 10-100 т и более 30 РЕ	3	2009	6	3890	10	5590
3. Металлорежущие станки с ПУ и станки типа ОЦ массой, т:						
до 10	-	-	7	3849	9	5949
10-100	-	-	9	3766	11	5525
4. Агрегатные станки	-	-	4	3973	5	5898
5. Автоматические линии	-	-	10	3725	12	5465
6. РТК, ГПМ массой, т:						
до 10	-	-	-	-	5	5898
10-100	-	-	-	-	13	5401

Примечание. РЕ- ремонтная сложность.

Фактический коэффициент загрузки оборудования учитывает только потери времени на ремонт, техническое и организационное обслуживание, отдых и личные надобности рабочего, но не учитывает наложенные потери. Между тем, практика работы поточных линий показала, что на производительность линии большое влияние оказывают эти потери.

К наложенным потерям можно отнести:

- перебои в снабжении поточных линий основными и вспомогательными материалами и заготовками;

- остановка смежного оборудования;

- остановка оборудования из-за появления брака;

- остановка оборудования из-за перебоев в энерго-, пневмо- и водоснабжении и по другим организационно-техническим причинам.

Эти потери наиболее ощутимы на операциях с высоким коэффициентом загрузки оборудования. Наложённые потери времени учитывают, снижая допускаемую проектную загрузку станков и вводя коэффициент использования оборудования Ки. Коэффициент использования оборудования представляет собой отношение принятого расчетного числа единиц оборудования к принятому

$$K_{ii} = \frac{C_{pi}}{C_{pi}} \quad (1.6)$$

где C_{pi} - принятое число единиц оборудования на i-ой операции.

В таблице 1.2 даны рекомендуемые значения коэффициентов загрузки и использования оборудования. В тех случаях, когда коэффициент загрузки по расчету получается меньше рекомендуемых значений, в качестве принятого берут расчетное число станков и коэффициент использования принимают равным единице. Нормативный коэффициент загрузки вести по типам пр-ва.

Таблица 1.2 – Допускаемые значения коэффициентов загрузки и использования оборудования

Группа оборудования	Коэффициент загрузки оборудования		Коэффициент использования оборудования
	максимальный	средний по группе	
Универсальные станки	0,95-1,00	0,80	0,90
Автоматы и полуавтоматы			
одношпиндельные	0,95-1,00	0,85	0,85
То же многшпиндельные	0,90	0,90	0,80
Специальные и агрегатные станки	0,90	0,90	0,80
Автоматические линии	0,95-1,00	0,90	0,75
Станки с ЧПУ	0,95	0,90	0,85

Для наглядного представления о степени использования и загрузки оборудования строят график загрузки и использования оборудования по каждой операции. По оси абсцисс указывают станки в технологической последовательности и их количество, а по оси ординат - соответствующие произведения $KzKi$.

В поточном производстве станкоёмкость T_{ci} , мин., равна штучному времени $T_{шт i}$, мин.

$$T_{ci} = T_{шт i} = T_{oi} + T_{vi} + T_{bi} + T_{ot i}, \quad (1.7)$$

где T_{oi} - основное (машинное) время выполнения i -ой операции, мин.;

T_{vi} - вспомогательное время на i -ой операции, мин.

$$T_{vi} = T_{уci} + T_{zi} + T_{упi} + T_{изi}, \quad (1.8)$$

$T_{уci}$ - время на установку и снятие детали на i -ой операции, мин.;

T_{zi} - время на закрепление и открепление детали на i -ой операции, мин.;

$T_{уп}$ - время на приемы управления станком на i -ой операции, мин.;

$T_{изi}$ - время на измерение детали на i -ой операции, мин.

$$T_{op} = T_{oi} + T_{vi}, \quad (1.9)$$

где $T_{op i}$ - оперативное время на i -ой операции, мин.;

T_{bi} - время на обслуживание рабочего места на i -ой операции, мин.

$$T_{bi} = T_{tex i} + T_{op i}, \quad (1.10)$$

где $T_{tex i}$ - время на техническое обслуживание рабочего места на i -ой операции, мин.;

$T_{op i}$ - время на организационное обслуживание рабочего места на i -ой операции, мин.;

$T_{ot i}$ - время перерывов на отдых и личные надобности на i -ой операции, мин.

В практике технического нормирования пользуются формулой:

$$T_{шт i} = T_{оп i} \left(1 + \frac{\alpha}{100}\right), \quad (1.11)$$

где α - процент потерь времени в зависимости от сложности оборудования;

$\alpha = 6-10\%$, для автоматических линий $\alpha =$ до 18% .

В переменном-поточном производстве станкоёмкость T_{ci} , мин., операции равна штучно-калькуляционному времени $T_{шт.кi}$, мин.

$$T_{ci} = T_{шт.кi} = T_{шт i} + \frac{T_{п.зi}}{n}, \quad (1.12)$$

где $T_{п.зi}$ - подготовительно-заключительное время, необходимое на переналадку станка на i -ой операции, мин.;

n - количество деталей в настроечной партии, шт.

Количество деталей в настроечной партии n определяется упрощённым методом по формуле:

$$n = \frac{N_{год} \cdot \alpha}{254}, \quad (1.13)$$

где $N_{год}$ - годовая программа выпуска, шт. в год;

α - периодичность запуска, дни (рекомендуется следующая периодичность запуска деталей: 3, 6, 12, 24 дня);

254 - количество рабочих дней в году.

Решение о целесообразности организации поточной формы производства принимается на основании сравнения заданного суточного выпуска изделий и расчётной суточной производительности поточной линии при двухсменном режиме работы и её загрузке на $65...75\%$.

Заданный суточный выпуск изделий N_c , шт.

$$N_c = N/253 \quad (1.14)$$

Суточная производительность Q_c , шт., поточной линии

$$Q_c = \Phi_{д.с.} \cdot K_3 / T_{ср.} \quad (1.15)$$

где $\Phi_{д.с.}$ – действительный суточный фонд времени работы оборудования. При двухсменном режиме работы $\Phi_{д.с.} = 960$ мин.;

$T_{ср.}$ – средняя станкеемкость операций, мин.

$$T_{ср.} = \sum T_{оп.} / n_{оп.} \cdot k_{оп.} \quad (1.16)$$

Если заданный суточный выпуск изделий меньше суточной производительности поточной линии, применение одноименклатурной поточной линии нецелесообразно.

Для создания ритмичной работы линии необходимо равномерно загрузить оборудование, т.е. произвести синхронизацию операций. Равномерная загрузка технологического оборудования позволит более эффективно использовать транспорт, уменьшить площади для межоперационных заделов и длину производственного участка. Допустимая разница во времени для каждой операции составляет $\pm 10\%$.

В механических цехах синхронизация достигается следующими методами:

- применение режимов наибольшей производительности вместо режимов наибольшей экономичности;

- уменьшение припусков на обработку;

- замена оборудования более производительным;

- автоматизация установки, контроля, закрепления и снятия деталей со станка, использование быстродействующих приспособлений и т.д.

За счет ликвидации "узких мест" значительно можно увеличить производительность линий. Такие задачи приходится решать при реконструкции действующих предприятий и максимальном использовании действующего оборудования.

1.4 Последовательность выполнения работы

Для выполнения работы каждому студенту выдается технологический процесс механической обработки детали.

По станкеемкости, указанной в технологическом процессе, и заданному объему выпуска рассчитать тип производства и количество станков для выполнения каждой операции. После определения количества технологического оборудования определяется его загрузка и строится график загрузки оборудования. При необходимости нужно осуществить синхронизацию операций.

1.5 Содержание отчета по работе

В отчете должны быть представлены название работы, цель работы, последовательность выполнения технологических операций с кодами по классификатору технологических операций (приложение А), расчеты типа производства, количества оборудования, его загрузки и график загрузки оборудования. Отчет должен содержать рекомендации по синхронизации операций.

1.6 Контрольные вопросы

1.6.1 Исходные данные для определения количества оборудования на участке механической обработки.

1.6.2 Как определяется тип производства?

1.6.3 Как определяется станкеемкость в поточном и переменнo-поточном производствах?

1.6.4 Как определяется принятое расчетное количество оборудования?

1.6.5 Как определяется коэффициент загрузки оборудования?

1.6.6 С какой целью применяется коэффициент использования оборудования?

1.6.7 Как определяется количество деталей в настроенной партии?

1.6.8 Что такое наложенные потери?

1.6.9 Назовите мероприятия по выравниванию загрузки оборудования.

1.6.10 В каких случаях необходимо проводить синхронизацию операций механической обработки?

1.6.11 Какие потери времени учитывает коэффициент использования оборудования?

РАБОТА №2

РАЗРАБОТКА КОМПОНОВКИ МЕХАНООБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕХОВ

2.1 Цель работы

Получить практические навыки по рациональному размещению производственных участков, отделений и служб цеха и усвоить принципы и требования, которые предъявляются к компоновке механических цехов.

2.2 Основные положения

Под компоновкой цеха (корпуса) понимают взаимное расположение площадей производственных участков, вспомогательных отделений, магистрального проезда и служебно-бытовых помещений на площади цеха (корпуса).

При разработке компоновочного плана необходимо располагать в определенной технологической последовательности производственного процесса отделения и участки цеха с соблюдением принципов рациональной планировки:

- кратчайшего пути перемещения детали;
- движение детали в одном направлении без перекрестных и возвратных перемещений.

Оборудование на компоновочном плане, как правило, не изображают. Разработка компоновочного плана производится в следующей последовательности:

- определяется состав механических и сборочных цехов по отделениям и участкам;
- вычисляется площадь отделений и участков (по количеству установленного оборудования и удельной площади);
- определяется состав и площади вспомогательных отделений и служб;
- уточняется последовательность размещения производственных и вспомогательных отделений и участков, занятых в основном производственном процессе;
- определяются грузопотоки для каждого производственного участка;
- определяется размещение остальных вспомогательных отделений и служб, которым отводится свободная площадь цеха в стороне от основных материальных потоков.

Компоновочный план цеха выполняют в масштабе 1:200 или 1:400 в зависимости от размера цеха, в соответствии с правилами и условными обозначениями, принятыми в ЕСКД.

2.3 Методические указания

Один из основных вопросов, который необходимо решить при проектировании механообрабатывающих цехов, - это расчеты производственной и общей площади цеха, площадей вспомогательных отделений и участков и их размещение в цехе.

При предварительной проработке компоновочной схемы кроме основной производственной площади необходимо предусмотреть и рассчитать площади для размещения вспомогательных отделений и складских помещений, к которым относятся:

- заготовительное отделение;
- цеховой склад материалов и заготовок;
- межоперационные и промежуточные склады;
- ремонтная база механика;
- ремонтная база энергетика;
- мастерская по ремонту приспособлений и инструментов;
- мастерская по ремонту инвентаря;
- заточное отделение;
- инструментально-раздаточная кладовая;
- контрольное отделение;
- отделение для приготовления и раздачи СОЖ;
- секция наладки цеха;

- помещение для кладовой масел;
- помещение для компрессорных установок;
- помещение для размещения трансформаторных подстанций;
- помещение для вентиляционных установок;
- помещение для медицинского обслуживания.

Ниже рассмотрим методику укрупненных расчетов площадей всех участков и отделений, входящих в состав механообрабатывающего цеха.

2.3.1 Производственное отделение

К общей площади цеха в технологических расчетах относится сумма производственной и вспомогательной площадей (без служебно-бытовой площади) и площади магистральных проездов.

В состав производственной площади включают площади, занимаемые производственным оборудованием, рабочими позициями (местами), вспомогательным оборудованием, находящимся на производственных участках, проходами и проездами между оборудованием внутри производственных участков (кроме площади магистрального проезда).

На вспомогательных площадях размещается все оборудование и устройства вспомогательных систем, не расположенные на производственных участках, а также магистральные и пожарные проезды.

При укрупненном проектировании производственную площадь цеха можно определить по удельной площади, приходящейся на единицу технологического оборудования (см. таблицу 2.1).

Таблица 2.1 – Общая удельная площадь, приходящаяся на один станок

Виды оборудования	Характеристика оборудования lxb, мм	Общая площадь, приходящаяся на единицу оборудования, м ²
Мелкие станки	1800x800	14...18
Средние станки	4000x2000	18...25
Крупные станки	8000x4000	25...70
Особо крупные	5000x8000	70...200

Поскольку в составе цеха имеется оборудование разных габаритных размеров, то для предварительной оценки требуемой площади удобнее пользоваться показателями удельной площади для аналогичных цехов ранее выполненных проектов (приложение Б).

Принятое количество технологического оборудования необходимо увеличить, так как к производственному оборудованию дополнительно относят моечные машины, установки ТВЧ, прессы, контрольные станки и др., количество которого может приниматься до 30% от количества станочного парка цеха. Следовательно, количество производственного оборудования S_0 , шт., цеха равно

$$S_0 = (1,05 \dots 1,3) S_{п.р.}, \quad (2.1)$$

где $S_{п.р.}$ - принятое количество металлорежущих станков, шт. (см. практическую работу № 1).

Производственная площадь $S_{п.р.}$, м², цеха

$$S_{п.р.} = S_0 S_{уд.о.}, \quad (2.2)$$

где $S_{уд.о.}$ - удельная площадь, приходящаяся на одну единицу производственного оборудования, м².

Площадь вспомогательных служб определяется по соответствующим нормативам. Площади магистральных проездов можно определить, используя приложение Д или принять 5...7% от производственной площади.

2.3.2 Заготовительное отделение

Заготовительное отделение располагается рядом со складом материалов и заготовок. Для крупных цехов заготовительное отделение располагается в отдельном здании.

Количество оборудования $S_{зар}$, шт., определяется заданной станкоёмкостью

$$C_{зар} = \frac{T_c}{\Phi_d \cdot K_z \cdot K_k} \quad (2.3)$$

где T_c - станкоёмкость годового объема работ заготовительного отделения, ч;

Φ_d - действительный фонд времени работы оборудования, ч;

K_z - средний коэффициент загрузки оборудования (принять по практической работе № 1);

K_k - коэффициент использования оборудования (принять по практической работе № 1).

Площадь под заготовительное отделение $S_{зар}$, м²

$$S_{зар} = C_{зар} \cdot S_{зар.о} \quad (2.4)$$

где $S_{зар.о}$ - удельная площадь на одну единицу оборудования заготовительного отделения, м²; $S_{зар.о} = 25 \dots 30$ м².

2.3.3 Цеховой склад материалов и заготовок

Склады материалов и заготовок организуют при механических цехах единичного и мелкосерийного производства. Они предназначены для хранения прутковых материалов, отливок, поковок, штамповок и др. В крупносерийном и массовом производстве в начале линий предусматривают площадку, шириной 2-3 м, для размещения тары с заготовками. По возможности, склад материалов и заготовок объединяют с заготовительным отделением.

Запас заготовок на складе должен быть небольшим, чтобы не замедлять оборачиваемость оборотных средств, а также не занимать производственную площадь.

При укрупненном проектировании цехов площадь складов $S_{ск}$, м², определяют

$$S_{ск} = \frac{m \cdot t}{q \cdot D \cdot K_i} \quad (2.5)$$

где m - суммарная масса заготовок, проходящая через цех в течение года, т;

t - нормативный запас хранения заготовок, дни (см. приложение В);

q - средняя грузонапряженность площади склада, т/м² (см. приложение В);

D - число календарных дней в году, дни;

K_i - коэффициент использования площади склада; $K_i = 0,25 \dots 0,30$ при

обслуживании склада напольным конвейером; $K_i = 0,35 \dots 0,40$ при

обслуживании стеллажными и мостовыми кранами-штабелёрами.

По ранее выполненным проектам, площадь цехового склада материалов и заготовок составляет примерно 10-15% от площади производственного отделения механического цеха, а площадь цехового склада материалов и заготовок, вместе с заготовительным отделением, составляет 15-20% от производственной площади.

2.3.4 Межоперационный и промежуточный склады

Межоперационные склады полуфабрикатов проектируются при непоточном производстве для хранения заделов, возникающих на различных операциях технологического процесса. Они могут входить в общую структуру централизованного склада, могут являться частью автоматизированных транспортно-накопительных систем, могут быть автономными на участках изготовления деталей. Выбор варианта должен быть увязан с выбором транспортной системы цеха.

Площадь межоперационного склада $S_{мск}$, м², определяется по формуле:

$$S_{мск} = \frac{i \cdot m \cdot t \cdot i}{q \cdot D \cdot K_i} \quad (2.6)$$

где i - число доставок полуфабрикатов, деталей на склад ($i=0-1$, где 0 - число операций технологического процесса).

Промежуточный склад предназначен для накопления обработанных деталей перед сборкой. На этот же склад поступают комплектующие изделия (подшипники, электрооборудование, прокладки и др.).

Потребную площадь для промежуточного склада $S_{пр.ск}$, м², рассчитывают по формуле (2.5).

2.3.5 Ремонтная база механика

Основными задачами ремонтной службы являются обеспечение работоспособности технологического и подъемно-транспортного оборудования, планово-предупредительный ремонт технических средств всех видов, модернизация существующего и изготовление нестандартного оборудования.

Площадь базы механика цеха определяется по количеству оборудования, установленного на ремонтной базе и норме удельной площади, приходящейся на единицу основного оборудования базы. Количество оборудования можно определить по таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Количество оборудования для ремонтной базы механика. В процентах к количеству обслуживаемого оборудования

Число единиц обслуживаемого оборудования	Количество основных станков ремонтной базы
300 и менее	2,0
500	2,1
800	2,1
1000	2,2
2000	2,3
3000	2,4
4000	2,5
5000 и более	2,6

Примечание. При количестве основного оборудования более 14 единиц предусматривают дополнительное оборудование: приводные ножовки, гидравлические и ручные прессы, насадки и др. в количестве 10... 23 шт.

Удельная площадь цеховой ремонтной базы принимается 22... 28 м².

Дополнительно выделяют площадь для склада запасных частей в размере 25-30% от площади базы.

Следовательно, площадь ремонтной базы механика $S_{рем}$, м²

$$S_{рем} = (1,25...1,30)(22...28) Cр.б, \quad (2.7)$$

где $Cр.б$ - принятое число оборудования ремонтной базы механика, шт.

2.3.6 Ремонтная база энергетика

Отделение по ремонту электрооборудования и электронных систем проводит периодический осмотр и ремонт электродвигателей, их профилактику, а также устройств электроавтоматики и электронных систем.

Площадь ремонтной базы энергетика $S_{эн}$, м², составляет 35-40% площади ремонтной базы механика

$$S_{эн} = (0,35...0,40) S_{рем}. \quad (2.8)$$

2.3.7 Мастерская по ремонту приспособлений и инструментов

Мастерская по ремонту приспособлений и инструментов выполняет малый ремонт приспособлений и инструментальной оснастки, и ее организуют в цехах при числе станков более 100-200 шт. При меньшем числе станков ремонт оснастки может выполняться в инструментальном цехе.

При количестве станков в цехе менее 100 единиц для мастерской по ремонту приспособлений и инструментов можно принять 4% станков, для крупных цехов с числом основного технологического оборудования 1000 единиц и более - 1,4%.

Площадь мастерской можно определить исходя из нормы общей удельной площади, приходящейся на один станок, которая принимается равной 22...24 м². В эту норму включают площади для размещения верстаков, контрольных плит и шкафов для хранения инструментов.

Площадь, необходимая для мастерской по ремонту приспособлений и инструмента $S_{пр.и}$, м², определяется следующей формулой:

$$S_{пр.и} = (0,04 \dots 0,014) (22 \dots 24) > S_{пр.и}, \quad (2.9)$$

где $S_{пр.и}$ - принятое число станков для мастерской по ремонту приспособлений и инструментов.

В небольших цехах с числом единиц основного оборудования менее 100 создается одна мастерская по ремонту подъемно-транспортного оборудования и оснастки.

2.3.8 Мастерская по ремонту инвентаря

В мастерской по ремонту инвентаря производится ремонт канцелярской мебели, мелкий ремонт деревянных конструкций здания, кровли, шкафчиков для рабочей одежды и др. Площадь этой мастерской составляет 30...50 м².

2.3.9 Заточное отделение

Заточное отделение организуется для централизованной повторной заточки режущих инструментов.

Число универсальных заточных станков принимают в процентах от числа обслуживаемых станков основного производства: в поточном - 3-5%, в непоточном - 3-4%. Большой процент заточных станков берут при числе обслуживаемых станков до 200 единиц, меньший - при числе обслуживаемых станков свыше 500 единиц. Указанные проценты принимают при обслуживании одношпиндельных станков. Станки, работающие с помощью абразивного инструмента, в число обслуживаемых не входят. Если в цехе имеются многошпиндельные или агрегатные станки, то эти проценты надо устанавливать по числу имеющихся в них шпинделей по формуле:

$$S_{п} = S_{о} + (n_{ш} - S_{ш}) \cdot K_1 + (n_{а} - S_{а}) \cdot K_2, \quad (2.10)$$

где $S_{п}$ - приведенное число станков, шт.;

$S_{о}$ - общее число станков без учета многошпиндельности, шт.;

$S_{ш}$ - число многошпиндельных станков, шт.;

$n_{ш}$ - общее количество шпинделей многошпиндельных станков;

$S_{а}$ - число агрегатных станков и станков с ЧПУ, шт.;

$n_{а}$ - общее количество шпинделей агрегатных станков;

$K_1=0,4$; $K_2=0,15$ - коэффициенты, учитывающие неодновременность работы шпинделей.

Среднюю площадь на один станок заточного отделения можно определить из расчета: 12...14 м² - при крупных изделиях, 10...12 м² - при средних изделиях, 8...12 м² - при мелких изделиях, выпускаемых цехом.

Заточное отделение располагается рядом с инструментально-раздаточной кладовой.

2.3.10 Инструментально-раздаточная кладовая

Инструментально-раздаточная кладовая (ИРК) предназначена для своевременного обеспечения производственных участков режущим, мерительным и вспомогательным инструментом, а в непоточном производстве и приспособлениями.

В небольших цехах для всех видов инструментов и приспособлений создается один раздаточный склад. Для крупных цехов с количеством станков более 2000 единиц создаются отдельные специализированные склады режущего, измерительного и вспомогательного инструмента, приспособлений и абразивов. Площадь ИРК можно определить воспользовавшись таблицей 2.3

$$S_{ИРК} = 0,5 \cdot C_{инд} + 0,5 \quad (2.11)$$

ИРК размещается рядом с заточным отделением.

2.3.11 Контрольное отделение

Контроль качества изделий может быть осуществлен непосредственно на рабочем месте и на специальных контрольных пунктах или отделениях.

В поточном производстве контрольные пункты целесообразно размещать в конце поточных линий или технологически замкнутых участков. Площади, занимаемые контрольными пунктами или контрольными отделениями, можно определить исходя из расчета размеров стандартного контрольного пункта $2 \times 3 = 6 \text{ м}^2$.

В непоточном производстве желательно располагать контрольные пункты вдоль окон для лучшего естественного освещения рабочих мест контролеров.

В механических цехах создаются контрольно-проверочные пункты, которые предназначены для выборочной проверки изготавливаемых изделий, периодической проверки и наладки рабочего контрольного инструмента и приспособлений, выявления причин брака продукции и проведения инструктажа по применению средств измерения.

Площадь этих помещений определяется из расчета $0,1 \dots 0,2 \text{ м}^2$ на один станок механического цеха, но не менее 25 м^2 на один пункт.

Таблица 2.3 – Нормы площади на один производственный станок для цеховых кладовых механического цеха

Наименование кладовых и участков	Объект хранения	Нормы площади при производстве, м^2			
		Единичном и мелкосерийном	Среднесерийном	Крупносерийном	Массовом
Участок настройки инструмента станков с ЧПУ	Режущий и вспомогательный инструменты	1,80-2,00	1,80-2,00	1,80-2,00	1,80-2,00
Кладовая инструментальной оснастки	Приспособления	1,00-2,20	0,60-1,30	0,45-1,20	0,35-0,50
	Режущий, вспомогательный и измерительный (на каждый вид инструмента)	0,60-1,20	0,40-1,00	0,20-0,80	0,20-0,80
Кладовая УПС или УСПО	Универсальные приспособления	0,35-0,45	0,30-0,45	0,05-0,20	-
Кладовая абразивов	Шлифовальные круги	0,50-1,20	0,45-0,70	0,40-0,60	0,40-0,50

Примечания:

1. Площадь участка УСП или УСПО должна быть не менее 20 м^2 .
2. Для кладовой вспомогательных материалов (обтирочные и хозяйственные материалы) устанавливается норма: $0,1 \text{ м}^2$ на единицу технологического оборудования.
3. Меньшие значения норм даны для наибольшего габаритного размера технологического оборудования до 1800 мм , большие - с наибольшим габаритным размером свыше 8000 мм .
4. Промежуточные значения получают интерполированием.
5. Количество шлифовальных, доводочных и полировальных станков можно принять 20% от всего количества технологического оборудования для всех типов производств.

2.3.12 Отделение для приготовления и раздачи СОЖ

При разработке проекта технолога должен выдать задание на проектирование подсистемы приготовления и раздачи СОЖ, которое включает планировку с указанием вида и расхода жидкостей для каждого из станков.

Площадь отделения для приготовления и раздачи СОЖ равна $40 \dots 120 \text{ м}^2$ при числе станков соответственно $50 \dots 400$ единиц. Емкости для сбора и фильтрации охлаждающих жидкостей часто размещают в подвалах и тоннелях.

2.3.13 Отделение переработки стружки

В зависимости от материала стружки и ее состояния в отделении переработки стружки может производиться дробление, обезжиривание, магнитная сепарация, брикетирование и переработка стружки в металлический порошок.

Цеховые отделения сбора и переработки стружки размещают у наружной стены здания, вблизи от выезда из цеха, часто их размещают в подвальных помещениях с пандусами для выезда.

Площадь отделения S_c , м

$$S_c = (0,03 \dots 0,04) S_{np}. \quad (2.12)$$

2.3.14 Секция наладки цеха

Освоение новой техники, наладка и установление оптимальных режимов работы оборудования осуществляется в секции наладки. Также здесь производится изучение новых технологических процессов, инструментов и технологической оснастки. В секции наладки могут выполняться мелкие исправления оснастки и изготавливаться вспомогательный инструмент. Называют эту секцию еще технологической лабораторией. Площадь этой секции может быть от 50 до 400 м².

2.3.15 Помещение для кладовой масел

В кладовой хранятся смазочные масла для систематической смазки станков и промывки их гидросистем по графику ППР.

Учитывая пожарную опасность, склад масел располагают у наружной стены здания с отдельным выходом наружу. В помещении предусматривают подвод воды и пара для подогрева и стерилизации.

Площадь помещения для кладовой масел может быть принята из расчета 0,10...0,12 м² на один обслуживаемый станок.

2.3.16 Помещение для компрессорных установок

В механообрабатывающем производстве широко используется сжатый воздух для приводов пневматических зажимных устройств, механизированного инструмента, в системах пневматоматики и для других целей. В последнее время вместо централизованных компрессорных установок признается целесообразным применение децентрализованных, так как уменьшаются потери сжатого воздуха в результате сокращения протяженности сети труб.

Необходимая площадь для размещения компрессорных установок S_k , м²

$$S_k = (0,06 \dots 0,008) S_{np}. \quad (2.13)$$

2.3.17 Помещение для трансформаторных подстанций

Для питания технологического оборудования цеха электроэнергией должны быть в цеху трансформаторные подстанции и фидерные пункты с распределительными устройствами. Обычно предусматривают по одной подстанции на каждые 5 10³ м² производственной площади, размещая их на расстоянии 75...100 м одна от другой. Площадь трансформаторных подстанций составляет 50 м². Для монтажа и демонтажа трансформаторов предусматривают монорельсы или мостовые краны грузоподъемностью 10 кН.

2.3.18 Помещение для вентиляционных установок

Для очистки воздуха от пыли, дыма, паров при мойке деталей и т.д. устанавливают отсосы местной вытяжной вентиляции. Свежий воздух в цех подается с помощью приточно-вытяжной вентиляционной системы, которая обеспечивает микроклимат и чистоту воздушной среды. Загрязненный воздух перед выбросом в атмосферу очищают с помощью фильтров и специальных систем.

Вентиляционные камеры размещают в подвалах или изолированных помещениях у наружной стены. Для привода вентиляторов используют мощные электродвигатели, поэтому вентиляционные установки необходимо размещать недалеко от трансформаторных подстанций для уменьшения электрических потерь.

Вентиляционные системы проектируют специалисты по санитарно-технической части прсекта. Задачей технолога является составление задания на проектирование, которое включает планировку цеха с поперечными разрезами и характеристику источников вредных выделений в производственном процессе.

Общая площадь под вентиляционные установки $S_{\text{вент.}}, \text{ м}^2$

$$S_{\text{вент.}} = (0,050 \dots 0,075) S_{\text{пр.}} \quad (2.14)$$

2.3.19 Помещение для медицинского обслуживания

К местному медицинскому обслуживанию относят санитарные посты, площадь которых принимают из расчета $0,01 \text{ м}^2$ на одного человека, и комнаты личной гигиены женщин, на которые предусматривают площади из расчета $0,1 \text{ м}^2$ на одну работающую женщину. Цеховое медицинское обслуживание осуществляют здравпункты. Их площадь рассчитывают по норме $0,06 \dots 0,08 \text{ м}^2$ на одного работающего в смене. Обычно площадь здравпункта принимается 48 м^2 .

2.3.20 Общая площадь цеха

В общую площадь цеха входят площади, занятые производственным оборудованием, и площади, занятые вспомогательными отделениями и участками.

Общая площадь $S_{\text{общ.}}, \text{ м}^2$, необходимая для размещения цеха, равна

$$S_{\text{общ.}} = S_{\text{пр.}} + \sum S_{\text{вспом.}} \quad (2.15)$$

где $\sum S_{\text{вспом.}}$ - площадь, занятая всеми вспомогательными службами цеха, м^2 .

2.4 Выбор типа здания и компоновка цеха

При проектировании производственных зданий широкое применение получили каркасные здания с использованием унифицированных железобетонных типовых секций. Размеры основных секций в плане составляют 72×72 , $72 \times 144 \text{ м}$, причем первый размер соответствует длине пролета, второй - ширине здания. Основные секции могут быть крановыми при высоте пролета $9,6$; $10,8$ и $12,6 \text{ м}$ и бескрановыми при высоте пролета 6 ; $7,2$; и $8,4 \text{ м}$, с сеткой колонн $18 \times 12(6)$; $24 \times 12(6)$; $30 \times 12(6)$ и $36 \times 12(6) \text{ м}$. Шаг колонн 6 м принимается для наружных рядов колонн, 12 м - для внутренних рядов. Сетка колонн - это сочетание поперечных и продольных колонн, причем поперечные оси нумеруются слева направо арабскими цифрами: $1, 2, 3$ и т.д., а продольные оси обозначаются снизу вверх заглавными буквами русского алфавита: A, B, B и т.д.

Компоновочные планы выполняют для каждого этажа здания и на них указывают:

- разбивку и маркировку осей колонн, стен и других строительных конструкций;
- границы между отделениями, участками и цехами;
- вспомогательные устройства (транспортные подстанции, насосные и вентиляционные камеры и т.д.);
- подъемно-транспортные устройства (краны, кран-балки, лифты, конвейеры и т.д.) и их трассы;
- магистральные проезды и проходы между участками и вспомогательными отделениями;
- вводы железнодорожных путей;
- основные грузопотоки;
- границы подвалов, антресолей, туннелей, магистральных стружко-уборочных каналов с указанием их высотных отметок.

При размещении вспомогательных отделений и участков необходимо учитывать следующее:

- склад заготовок и заготовительное отделение, а также отделение переработки стружки располагают в начале цеха;
- межоперационный и промежуточные склады располагают за отделом технического контроля;

- отделение по ремонту оборудования, приспособлений, инструментов и инвентаря располагают в стороне от производственных грузопотоков;

- инструментально-раздаточная кладовая располагается смежно с заточным отделением. Нельзя располагать их в конце цеха, так как там обычно размещается оборудование для финишных операций (например, шлифовальное), не обслуживаемое заточным отделением. При наличии нескольких заточных отделений и инструментально-раздаточных кладовых их располагают так, чтобы расстояние от наиболее удаленного рабочего места не превышало 100 м.

2.5 Последовательность выполнения работы

Согласно приложению выбирается количество оборудования в цехе. По принятому количеству оборудования и удельной площади, приходящейся на один станок, вычисляется производственная площадь цеха.

Далее, согласно методическим указаниям определяют площади всех вспомогательных участков и отделений цеха и общую площадь цеха.

На основании рассчитанных площадей выбирают тип здания и приступают к составлению общей компоновки цеха. Наносятся грузопотоки.

Грузопотоки наносят на компоновку в виде полос, ширина которых пропорциональна их значению (например т/год или т/сут), указываемой на каждом грузопотоке цифрами. Для большей наглядности грузопотоки изображают штриховкой (или краской) различного цвета. Например:

грузопотоков, которое должно соответствовать фактической трассе движения грузов, указывают стрелками в местах входа и выхода.

2.6 Содержание отчета по работе

В отчете должны быть приведены название работы, цель работы и все расчеты по определению площадей отделений и участков цеха.

Компоновка цеха вычерчивается на миллиметровой бумаге и вклеивается в отчет. Все отделения и участки на компоновочном плане подписываются. Наносят грузопотоки. В отчете приводятся необходимые пояснения и обоснования по размещению на компоновочном плане всех отделений и участков.

2.7 Контрольные вопросы

- 2.7.1 К каким вспомогательным отделениям и участкам входят в механический цех?
- 2.7.2 Назовите основные принципы, определяющие выбор компоновки цеха.
- 2.7.3 Что изображается на компоновочном плане?
- 2.7.4 Как определяется производственная площадь?
- 2.7.5 Где располагается заготовительное отделение и как определить его площадь?
- 2.7.6 По какой формуле рассчитывается площадь цехового склада материалов и заготовок?
- 2.7.7 Каковы требования к размещению отделения для приготовления и раздачи СОЖ, помещений для размещения трансформаторных подстанций?
- 2.7.8 Как определить площадь ИРК и где она размещается на компоновочном плане?
- 2.7.9 Как определяется количество оборудования и площадь ремонтной базы цеха?
- 2.7.10 Какие функции выполняет контрольное отделение и где оно размещается на компоновочном плане?
- 2.7.11 Какие работы выполняет секция наладки цеха?

Учебное издание

Составители:

Акулич Антон Павлович
Акулич Людмила Ивановна

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для выполнения лабораторных и практических работ по курсу
«Проектирование механосборочных цехов»
для студентов специальности **1-36 01 01**
дневной и заочной форм обучения

Ответственный за выпуск: **Акулич А.П.**
Редактор: **Строкач Т.В.**
Компьютерная верстка: **Боровикова Е.А.**
Корректор: **Никитчик Е.В.**

Подписано к печати 9.02.2010 г. Формат 60x84 1/16. Гарнитура Arial Narrow.
Бумага «Снегурочка». Усл. п. л. 0,93. Уч.-изд. л. 1,0. Заказ № ~~164~~ Тираж 100 экз.

Отпечатано на ризографе Учреждения образования
«Брестский государственный технический университет»,
224017, г. Брест, ул. Московская, 267.